

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(43)公開日 平成8年(1996)1月12日

技術表示箇所

10/04

H 0 4 B 9/ 00

S

Y

審査請求 未請求 請求項の数14 OL (全 12 頁) 最終頁に続く

(22)出願日 平成6年(1994)6月22日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 田原 陽子

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 長久保 鵬功

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

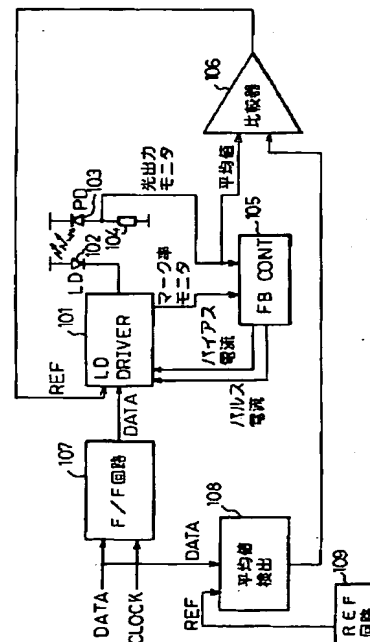
(54) 【発明の名称】 光送信機

(57)【要約】

【目的】 光送信機に関し、特に高速光送信信号のデューティを最適制御する光送信機を提供する。

【構成】 電気信号を光信号に変換して出力する光信号出力手段；光信号出力手段からの出力信号に関する所定の信号をモニタする信号監視手段；入力データ信号とその各ビットの論理値を判定する基準電圧が与えられ、前記各ビットの論理値判定に従って光信号出力手段を駆動する光信号出力駆動手段；入力データ信号から所定の信号を検出する入力信号検出手段；そして入力信号検出手段からの所定の信号と信号監視手段からのモニタ信号とを比較し、モニタ信号と入力データの所定の信号との誤差が減少するよう光信号出力駆動手段の基準電圧を制御して光出力デューティを最適制御するデューティ変動検出手段から構成する。

本発明による光送信機の実施例



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気信号を光信号に変換して出力する光信号出力手段、

前記光信号出力手段からの出力信号に関する所定の信号をモニタする信号監視手段、

入力データ信号と前記入力データ信号の各ビットの論理値を判定するための基準電圧が与えられ、そして前記入力データ信号の各ビットの論理値判定に従って前記光信号出力手段を駆動する光信号出力駆動手段、

前記入力データ信号から所定の信号を検出するための入力信号検出手段、そして前記入力信号検出手段からの所定の信号と前記信号監視手段からのモニタ信号とを比較し、前記モニタ信号と前記入力データの所定の信号との誤差が減少するよう前記光信号出力駆動手段の基準電圧を制御することで光出力デューティを最適制御するデューティ変動検出手段から構成することを特徴とする光送信器。

【請求項2】 前記信号監視手段は、前記所定の信号として前記光信号出力手段からの光信号出力をモニタする請求項1記載の光送信機。

【請求項3】 前記信号監視手段は、前記所定の信号として前記光信号出力駆動手段からのマーク率信号をモニタする請求項1記載の光送信機。

【請求項4】 前記入力信号検出手段は、前記所定の信号として入力データ信号の平均値信号を検出する平均値検出回路からなる請求項2記載の光送信機。

【請求項5】 前記平均値検出回路は、さらに前記入力データ信号に含まれるオフセット電圧を除去すべくリファレンス電圧を与えるリファレンス回路を有する請求項4記載の光送信機。

【請求項6】 前記リファレンス回路は、前記リファレンス電圧として前記入力データ信号のピーク検出電圧を用いるピーク検出回路からなる請求項5記載の光送信機。

【請求項7】 前記入力信号検出手段は、前記所定の信号として入力データ信号のマーク率信号を検出するマーク率検出回路からなる請求項3記載の光送信機。

【請求項8】 前記入力信号検出手段は、さらにNRZ/RZ変換回路を有し、前記入力データ信号として入力NRZ信号をRZ信号に変換した後の信号を用いる請求項4又は7に記載の光送信機。

【請求項9】 前記NRZ/RZ変換回路は、前記入力データ信号に同期して与えられる入力クロック信号により、前記入力NRZ信号の端部を除くクロック打ち抜きによってNRZ/RZ変換を行う請求項8記載の光送信機。

【請求項10】 前記NRZ/RZ変換回路は、さらにクロック再生回路を有し、前記入力データ信号から抽出再生した入力クロック信号により、前記入力NRZ信号の端部を除くクロック打ち抜きによってNRZ/RZ変

2.

換を行う請求項8記載の光送信機。

【請求項11】 さらに、前記入力データ信号を波形成形し、その平均値電圧の変動を抑制した入力データ信号を前記光信号出力駆動手段へ与える波形成形手段を有する請求項1記載の光送信機。

【請求項12】 前記波形成形手段は、前記入力データ信号のレベル変動を除去するクランプ回路からなる請求項11記載の光送信機。

【請求項13】 前記波形成形手段は、前記入力データ信号のレベル変動を除去し及び／又はそのパルス幅を一定とするフリップフロップ回路からなる請求項11記載の光送信機。

【請求項14】 電気信号を光信号に変換して出力する光信号出力手段、

入力データ信号と前記入力データ信号の各ビットの論理値を判定するための基準電圧が与えられ、前記入力データ信号の各ビットの論理値判定に従って前記光信号出力手段を駆動する光信号出力駆動手段、そして前記入力データ信号のピーク値を検出し、前記ピーク値の2分の1の電圧を前記基準電圧としてフィードフォワードする入力データピーク検出手段から構成することを特徴とする光送信器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光送信機に関し、特に高速光信号を伝送する光通信モジュールにおける光送信機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図19は、従来の光通信モジュールにおける光送信機の回路ブロック構成例を示したものである。図19において、LDドライバ回路(LD-DRIVER)2は、一方の入力信号であって入力データ信号(DATA)の"1"又は"0"の判定基準を与える基準電圧(REF)と、他方の入力信号である前記入力データ信号とを比較し、その判定結果に従ってレーザダイオード(LD)3を駆動する。

【0003】前記LD3からの前方光出力は光ファイバ伝送ラインへと送出され、その後方光出力は一般にLDモジュールとして前記LD3と同一モジュール内に実装される光出力モニタ用のフォトダイオード(PD)4で検出される。前記PD4で検出された光出力モニタ電流は、抵抗及び容量成分からなる負荷5で直流電圧に変換され光出力モニタ電圧として次段のフィードバックコントロール回路(FB-CONT)6に与えられる。

【0004】フィードバックコントロール回路6には、前記LDドライバ回路2から前記光出力モニタ電圧とは別に、入力データビットシーケンスの整流出力であり単位時間当たりの入力データビット値"1"と"0"の発生比率に相当するマーク率モニタ電圧が与えられる。フィードバックコントロール回路6は、前記光出力モニタ

3

電圧からマーク率モニタ電圧を減算し、LD3だけに関連する光出力モニタ信号を抽出する。そして、その信号を内部の基準電圧と比較して、前記信号が所定の一定電圧となるようにLDドライバ回路2のパルス駆動電流及びLD3のバイアス電流を制御する（光出力一定制御（APC））。

【0005】図20は、前記LDドライバ回路2における差動入力段の基本的な回路構成例を示している。図20に示すように、入力データ信号（DATA）及び基準電圧（REF）は、それぞれ入力段のDATAバッファ回路7及びREFバッファ回路8を通してDATA'及びREF'として差動対トランジスタ11、12及び定電流回路13からなる差動増幅器に与えられる。前記差動増幅器は、内部の基準電圧REF'とDATA'とのレベル比較を行い、その比較結果に従ってLD3を駆動する。

【0006】図19の温度補償回路1は、前記差動増幅器に入力されるデータ（DATA）と基準電圧（REF）との間の2つの入力データの温度傾斜特性を合わせるべくフィードフォワード的にREF側に所定の温度傾斜特性を持たせ、それによって差動増幅段の温度変動分を補償するために使われる。図21は、温度補償回路を用いた場合のDATA及びREF信号の各信号レベル-温度特性の一例を示したものである。図21から、REF信号の信号レベル-温度特性は、温度補償回路によってDATA信号レベルの温度特性とほぼ一致していることがわかる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来方式では、図21に示すように、LDドライバ回路2の外部から与えられる入力データ信号DATAの信号レベル-温度特性に外部基準電圧REFの信号レベル-温度特性を合わせることができず、図20で示した内部のDATA'及びREF'については、一般にLDドライバ回路2はIC化されており、それが高速動作に適したガリヒ素等の能動素子で構成されている場合には、IC内部の各素子間において温度特性等のバラツキが大きく又回路動作が基準電位に対してセンシティブである等、上述した外部調整が実際の回路動作の改善に必ずしも反映されないという問題があった。

【0008】図22は、IC内部の入力データDATA'及び基準電圧REF'の各信号レベル-温度特性の一例を示したものである。この場合、図21に示すようにIC外部では入力データDATA及び基準電圧REFの温度特性は整合している（REF=DATA）。しかしながら、図21に示すように、DATAバッファ回路7及びREFバッファ回路8（図20参照）を通過することによって、ICの温度特性のバラツキ等によりIC内部における入力データDATA'と基準電圧REF'との温度特性は、必ずしもREF'=DATA'とはならな

4

い。その結果、REF'≠DATA'の場合には差動出力段の出力信号のデューティが変動し、光送信機として出力される光出力波形も変化するという問題があった。また、入力データレベルが変化した場合もREF'≠DATA'となり、同様に光出力波形が変化する。このようなフィードフォワード的な制御では、光出力波形のデューティが変化する。

【0009】図23は、内部基準電圧REF'が内部入力データレベルDATA'の中心に位置する場合（REF'=DATA'）における出力波形デューティ比（100%）の例を示した図である。図24は、内部基準電圧REF'が内部入力データレベルDATA'の中心からずれた場合（REF'≠DATA'）における出力波形デューティ比劣化の一例を示した図である。図24から、入出力波形デューティ比の劣化は光出力パワーの変動を招き、その結果として伝送特性が劣化すると共に上述したAPC制御の適正な制御が害されるという問題点を有していた。前記問題点は、特に信号波形に対してその立ち上がりや立ち下がりエンベロープの占める割合が大きく、前記基準電圧の設定位置に敏感な高速信号を用いた光送信機にとって重大な問題であった。

【0010】そこで本発明の目的は、上記問題点を鑑み、光送信機においてLDドライバ等のIC回路内部の素子バラツキや温度変動等の影響を受けず、そのため外部調整或使用素子の特性測定等を要せず、自律的に逐次最適な出力波形デューティとなるよう補償動作を行う光送信機を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、電気信号を光信号に変換して出力する光信号出力手段；前記光信号出力手段からの出力信号に関する所定の信号をモニタする信号監視手段；入力データ信号と前記入力データ信号の各ビットの論理値を判定するための基準電圧が与えられ、そして前記入力データ信号の各ビットの論理値判定に従って前記光信号出力手段を駆動する光信号出力駆動手段；前記入力データ信号から所定の信号を検出するための入力信号検出手段；そして前記入力信号検出手段からの所定の信号と前記信号監視手段からのモニタ信号とを比較し、前記モニタ信号と前記入力データの所定の信号との間の誤差が減少するよう前記光信号出力駆動手段の基準電圧を制御することで光出力デューティを最適制御するデューティ変動検出手段から構成する光送信器が提供される。

【0012】前記信号監視手段は、前記所定の信号として前記光信号出力手段からの光信号出力をモニタ、又は前記光信号出力駆動手段からのマーク率信号をモニタする。そして、前記入力信号検出手段は、前記所定の信号として入力データ信号の平均値信号を検出する平均値検出回路、又は前記所定の信号として入力データ信号のマーク率信号を検出するマーク率検出回路からなる。前記

入力信号検出手段は、さらにNRZ/RZ変換回路を有し、前記入力データ信号に同期して与えられる入力クロック信号又は前記入力データ信号から抽出再生されたクロックを用い、前記入力NRZ信号の端部を除くクロック打ち抜きによってNRZ/RZ変換を行う。

【0013】さらに、前記光送信機は、前記入力データ信号を波形成形し、その平均値電圧の変動を抑制した入力データ信号を前記光信号出力駆動手段へ与える波形成形手段を有し、それには前記入力データ信号のレベル変動を除去するクランプ回路や前記入力データ信号のレベル変動を除去し、さらにそのパルス幅を一定とするフリップフロップ回路が使われる。また、本発明によれば、電気信号を光信号に変換して出力する光信号出力手段；入力データ信号と前記入力データ信号の各ビットの論理値を判定するための基準電圧が与えられ、前記入力データ信号の各ビットの論理値判定に従って前記光信号出力手段を駆動する光信号出力駆動手段；そして前記入力データ信号のピーク値を検出し、前記ピーク値の2分の1の電圧を前記基準電圧としてフィードフォワードする入力データピーク検出手段から構成する光送信機が提供される。

【0014】

【作用】光信号出力手段には、レーザダイオード(LD)が用いられ電気信号を光信号に変換して出力し、そして信号監視手段には前記LDの光出力をモニタするフォトダイオード(PD)や、その前段出力としてのマーク率モニタ回路が用いられる。光信号出力駆動手段は、現在IC化されており入力データ信号と前記入力データ信号の各ビットの論理値を判定するための基準電圧を使って前記入力データ信号の各ビットの論理値を判定し、それによって前記LDを駆動する。本発明によれば、前記入力データ信号から所定の信号を検出するための入力信号検出手段が設けられ、入力データ信号の平均値やマーク率が検出される。そして、比較器で構成されるデューティ変動検出手段は、前記入力信号検出手段からの平均値若しくはマーク率と前記PD又はマーク率モニタ回路からのモニタ信号とを比較し、前記モニタ信号と前記入力データ信号の平均値やマーク率との間の誤差が減少するように前記光信号出力駆動手段の基準電圧を制御して光出力のデューティを最適制御する。

【0015】また、前記NRZ/RZ変換回路は、前記入力データ信号に同期して与えられる入力クロック信号又は前記入力データ信号から抽出再生されたクロックを使い、入力NRZ信号の端部を除くクロック打ち抜きによってRZ信号に変換する。これにより、入力信号のデューティ変動やマーク率変動等の影響は除去される。そして、クランプ回路やフリップフロップ回路からなる波形成形手段は、入力データ信号のレベル変動やパルス幅変動の影響を除去する。さらに、前記光信号出力手段、光信号出力駆動手段そして前記入力データ信号のピーク

値を検出し、前記ピーク値の2分の1の電圧を前記基準電圧としてフィードフォワードする入力データピーク検出手段だけを用いて簡易な入力信号のデューティ制御を行うこともできる。

【0016】

【実施例】本発明の各実施例を説明する前に、本発明の3つの特徴について簡単に述べる。その第1は、LDドライバ回路に与える入力データのレベル変動を改善した点、第2はLDドライバ回路内部におけるデューティ変動分の検出手段を設けた点、そして第3は、LDドライバ回路に与える基準電圧REFの最適制御を行う点である。以下、それらについて第1～6の各実施例を参照して詳細に説明する。

【0017】図1は、本発明による光送信機の第1の実施例を示した回路ブロック図である。図1において、LDドライバ回路101、レーザダイオード(LD)102、フォトダイオード(PD)103、そして負荷抵抗104については、先に説明した図19の従来例と同様でありここでは更めて説明しない。但し、LDドライバ回路101については、以下でそのIC化回路の具体例を簡単に説明する。

【0018】図2は、図1に示すLDドライバ回路の具体的な回路構成を示した回路図である。図2の左側部分は、トランジスタ111及び112、そしてトランジスタ116及び117は、前述した図20のDATAバッファ回路7及びREFバッファ回路8にそれぞれ対応する。また、図2の差動対トランジスタ113及び114それらの負荷抵抗118、119、そして定電流源となるトランジスタ115は、図20のトランジスタ11、12、負荷抵抗9、10、そして定電流源13にそれぞれ対応する。図2に示すように、外部からのDATA信号及びREF信号のバッファ段のトランジスタ111、116の各オン電圧のバラツキ及びその温度特性により、実際に差動対トランジスタ113及び114に与えられる内部信号DATA'信号及びREF'信号は変動する。このため、外部からの調整には限界がある。

【0019】図2の中間部分は、マーク率モニタ回路部分を示している。すなわち、マーク率モニタ回路は、光出力信号をトランジスタ120でバッファリングし、その出力を抵抗123及びコンデンサ124で積分することによって、光出力信号のマーク率に比例した直流信号を発生させる。本信号は、前記フィードバック制御回路105に与えられる。

【0020】図2の右側部分は、レーザダイオード(LD)102の駆動トランジスタ125、トランジスタ126及び抵抗127からなるLDパルス駆動電流回路、そしてチョークコイル130、トランジスタ128及び抵抗129からなるLD閾値バイアス回路から構成される。前記LDパルス駆動電流回路及びLD閾値バイアス回路には、フィードバック制御回路105からパルス電

流(1P)制御電圧及びバイアス電流(1B)制御電圧がそれぞれ与えられる。

【0021】図1に戻って、フリップ/フロップ(F/F)回路107には、DタイプF/F回路が使われており、入力データをそれと同期した同一速度のクロックで打ち抜くことにより入力データのパルス幅は正確にデューティ100%の波形に成形され、且つデータレベルは論理出力レベルとなってそのレベル変動が抑制される。これは上記第1の特徴点に対応する。

【0022】平均値検出回路108は、入力データ"1"又は"0"のランダムシーケンスを平滑化し、いわゆる整流動作を行って入力データの平均値を出力する。前記回路としては、一般的なCR積分回路及びそのバッファ用オペアンプ回路等で容易に構成できる。なお、前記入力データとしてF/F回路107の出力を用いてもよい。REF回路109は、入力データに含まれるオフセット電圧をキャンセルし、さらにはその温度補償等を行って、前記平均値検出回路108が正確な平均値を出力するよう所定の基準電圧を与える。この基準電圧は前記オペアンプ回路のアース端子等に与えられる。これは上記第2の特徴点に対応する。

【0023】比較器106は、図19の従来例で説明したフォトダイオード(PD)103からのモニタ電圧すなわち光出力パルスの平均出力電圧から前記平均値検出回路108の入力データ平均値出力電圧を減算し、その誤差分がゼロとなるようLDドライバ回路101に基準電圧REFをフィードバックする。

【0024】図3は、図1の比較器の回路例を示した回路図である。図3に示すように、比較器106には一般的なオペアンプが用いられ、その反転入力端子には前記平均値検出回路108からのマーク率モニタ電圧が入力され、そして正転入力端子にはPD103からの光出力モニタ電圧が入力される。実際の信号波形は、台形状のエンベロープを有しており、従ってLDドライバ回路101に与えられる基準電圧(REF)が上昇すれば出力パルス幅は狭まって光出力パワーが減少し、反対に基準電圧が低下すれば出力パルス幅は広がって光出力パワーが増加することになる。上述した入力関係から、マーク率モニタ電圧より光出力モニタ電圧が大きい場合には基準電圧が上昇し、その結果光出力パワーが減少することになる。それとは反対に、マーク率モニタ電圧より光出力モニタ電圧が小さい場合には基準電圧が低下し、その結果光出力パワーが増大する。

【0025】このようなネガティブ・フィードバックによって、LDドライバ回路101の内部回路構成とは無関係に、LD102の光出力パワー平均値は前記平均値検出回路108の入力データ平均値出力に等しくなるよう前記LD102の光出力波形のデューティが制御される。これは上記第3の特徴点に対応する。

【0026】ここで、前記平均値検出回路108の機能

についてより詳細に説明する。図4は、出力波形デューティ-光出力モニタ特性の一例を示している。図5は、信号マーク率-光出力モニタ特性の一例を示している。図6は、信号マーク率-平均値検出特性の一例を示している。図4では、図4の上側の各波形例に示すように光出力波形のデューティ比に比例して光出力パワーが増加することを示している。

【0027】また、図5では、光出力信号のマーク率に比例して同様に光出力パワーが増加することを示しているが(図5の実線)、さらに各マーク率において光出力波形のデューティ比が変動した場合にも図5の一点鎖線(デューティ比>100%)と点線(デューティ比<100%)との間で光出力パワーが変動することを示している。図6は、平均値検出回路108における光出力信号のマーク率に対するその平均値(光出力パワーに相当する。)の出力特性を示しており、図5と同様にマーク率に比例して平均値出力が増加する。

【0028】図5及び図6から分かるように、送信信号のマーク率の変動による影響は、比較器106によって光出力モニタ値から平均値検出回路108の平均値を比較減算することによってキャンセルされる。また、図4及び図5に示すように、同じマーク率であっても、そのデューティの変動によって光出力パワーは変動する。例えば、マーク率1/2において温度変化等の原因により前述した内部データ(DATA')と内部基準電圧(REF')が最適値からずれてしまうと光出力波形のデューティが変化し、それによって光出力モニタが変化する。この場合、上記比較器106の出力は、上述したようにマーク率の影響がキャンセルされており、その誤差出力はデューティの変動に起因するものである。

【0029】従って、LDドライバ回路のREF入力端子にフィードバックされる比較器106からの比較出力は、前記マーク率の影響を受けずに光出力波形デューティを最適化する。このように、本発明による平均値検出回路108や比較器106等を用いたフィードバックループによって、従来問題となっていたLDドライバ回路の温度変動や素子バラツキ等の影響を受けることなく、その光出力波形のデューティを最適化することが可能となる。

【0030】図7は、本発明による光送信機の第2の実施例を示した回路ブロック図である。図7において、図1に示した本発明の第1の実施例との相違は、図1のフリップ/フロップ(F/F)回路107及び平均値検出回路108の代わりにそれぞれ図7のクランプ回路207及びマーク率検出回路208を使用し、そして比較器206に対するLDドライバ回路201からの入力に、光出力モニタの代わりにマーク率モニタを使用している点である。

【0031】図8は、図7のクランプ回路の一構成例を示した回路図である。図8において、クランプ回路20

7は、クランプ設定電位213+クランプダイオード212の順方向電圧で入力信号レベルをクランプしてその入力変動を抑圧する。また、クランプ回路207は、図1のF/F回路107を用いた場合に対してクロック信号が不要であり、その回路規模を小さくすることができるという利点がある。

【0032】図9は、出力波形デューティマーク率モニタ特性の一例を示している。図10は、信号マーク率マーク率モニタ特性の一例を示している。図9及び図10は、先に説明した図4及び図5の光出力モニタ軸をマーク率モニタ軸とした点以外は同様な特性を示している。これは、光出力パワーがマーク率に比例するからである(図5参照)。従って、マーク率モニタ出力は光出力モニタと同じ様に光出力波形デューティとマーク率に対して変化する事が分かり、第1の実施例で説明したのと同様な制御が可能である。さらに、本実施例ではマーク率モニタはLD202を含まないフィードバックループを構成するため、先の第1の実施例と比較すると高速に応答するという利点がある。

【0033】図11は、本発明による光送信機の第3の実施例を示した回路ブロック図である。図11において、図1に示した本発明の第1の実施例との相違は、図1のフリップ/フロップ(F/F)回路107がないこと、REF回路109の代わりにピーク検出回路309を使用している点である。本実施例では、平均値検出回路308のREFとして、入力データをピーク検出した結果をフィードバックしている。この結果、温度等により入力データレベルが変動しても正しく平均値検出が行われる。

【0034】図12は、図11のピーク検出回路309の一回路構成例を示したものである。図12において、入力データはトランジスタ311を介してコンデンサ312にピークホールドされる。そのピーク値は、次段のボルテージフォロワ313及び2分の1抵抗分割器314、315によって2分の1に分圧され、その結果入力データのレベル変動に追従する中間レベル信号が得られる。なお、ここでは説明の簡単のため、一方のピーク"1"側を検出する回路について説明したが、他方のピーク"0"側のオフセット等も、例えばオペアンプ回路313若しくは回路アースに"0"側オフセット電圧を与えるとか、さらには上述のような回路でそれぞれのピークを検出し、その間の1/2分圧出力を得るように構成してもよい。

【0035】図13は、図11のピーク検出回路309の動作説明図である。平均値検出回路308のREFは、図13に示すように入力データの"1"側ピークと"0"側ピークをまず検出する。次に"1"側ピークと"0"側ピークの中心値を平均値検出回路のREFに用いる。それによって入力データのオフセットが変動すると平均値検出回路のREFもレベル分だけ追従し、正し

く平均値検出が行える。また前述の通り、温度等により入力データレベルが変動しても正しく平均値検出が行えることから第1及び第2の実施例で用いたF/F回路107、クランプ回路207が不要となる。

【0036】図14及び図15は、本発明による光送信機の第4及び第5の実施例をそれぞれ示したものである。図14において、図1に示した本発明の第1の実施例との相違は、図1のフリップ/フロップ(F/F)回路107、平均値検出回路108そしてREF回路109の代わりに、前置差動増幅部407、NRZ/RZ変換回路409、そしてマーク率検出部408を設け、さらに前記マーク率検出部408の出力を比較器406及びフィードバック制御回路405に与えている点である。図15と図14との間の相違は、図15ではさらにクロック再生回路510が付加されており、そして図15の比較器506には、図1と同様に光出力モニタ出力が与えられている点である。上記各実施例では、それぞれNRZ/RZ変換回路409、509を利用してデューティ変動量を抽出し、その情報によって外部基準電圧REFをフィードバック制御する。

【0037】図16は、NRZ/RZ変換回路の入出力信号波形の一例を示した図である。図16において、図16の(a)に示すNRZ入力信号は、同図の(b)に示すクロック信号で打ち抜かれ、その結果、同図の(c)に示すRZ出力信号は、前記NRZ入力信号のエッジ部分を含まないデータ"1"の部分とクロック信号との論理積部分となる。従って、RZ出力信号は入力波形デューティの影響をうける前記エッジ部分を含まないことから、入力波形デューティに対する依存性はないことになる。

【0038】図17は、入力信号のマーク率-NRZ/RZ変換出力波形の平均出力特性を示した図である。図17に示すように、また図14で説明したNRZ/RZ変換方法からも明らかなようにNRZ/RZ変換回路出力は入力信号のマーク率に対して正確に比例する。

【0039】図14に戻って、上述したようにNRZ/RZ変換出力波形は入力波形デューティに対する依存性はなく、そして入力信号のマーク率に対して正確に比例することから、LDドライバ回路401のNRZ入力信号をNRZ/RZ変換回路409でRZ信号に変換し、その出力(デューティ依存性なし)と前記変換前のデューティ依存性のあるマーク率検出部408からの信号とを比較器406で比較する。なお、前記RZ信号は内部回路によって平均値出力される。そして、光出力波形のデューティを一定にするため、その差分から得られるデューティ変動量の情報によって基準電圧REFを制御する。なお、図14の前置差動増幅部407は、入力波形成形のためNRZ/RZ変換回路407の前段に配置されている。

【0040】図15では、NRZ/RZ変換回路509

のクロック入力を図14で示したようにシステム側から与えられるのではなく、データから直接抽出再生するためのクロック再生回路510を有している。さらに、比較器506は、図14のマーク率モニタ信号の代わりに光出力モニタ信号とNRZ/RZ変換回路509のRZ出力信号とを比較する。しかしながら、図14の第4の実施例で説明した本発明の動作説明は、全て図15の実施例にも当てはまるためここではそれらについて更めて説明しない。

【0041】図18は、本発明による光送信機の第6の実施例を示したものである。図18では、本発明の実施のために唯一ピーク検出回路607が使用される。前記ピーク検出回路607は、先に説明した図11のピーク検出回路309と同様であり、ここではそれについて説明しない。先の各実施例が主にLDドライバ回路内部に起因する出力波形のデューティ変動要因をフィードバック制御対象としているのに対して、本実施例では前記変動要因は補償されない。しかしながら、前記ピーク検出回路607によって入力データのレベル変動が原因の出力波形デューティは補償される。

【0042】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の光送信機によれば、LDドライバ等のIC回路内部の素子バラツキや温度変動等の影響を受けず、そのためIC回路の外部調整や各素子の特性測定等が不要で、自律的に逐次最適な出力波形デューティとなるよう補償動作を制御することが可能となる。それはガリヒ素等の能動素子で構成される高速通信用のICに対して特に有効に機能する。

【0043】すなわち、本発明によればLDドライバ回路に与える入力データのレベル変動が改善され、さらにLDドライバ回路によるデューティ変動分が検出され、それによってLDドライバ回路に与える基準電圧REFが自律的に最適制御される。そして、前記デューティ変動分の検出において、送信信号のマーク率の変動、さらには入力信号レベルの変動要因等を排除した安価で高精度な出力波形のデューティ制御が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光送信機の第1の実施例を示した回路ブロック図である。

【図2】図1に示すLDドライバ回路の具体的な回路構成を示した回路図である。

【図3】図1に示す比較器の回路例を示した回路図である。

【図4】出力波形デューティ-光出力モニタ特性の一例を示した図である。

【図5】信号マーク率-光出力モニタ特性の一例を示した図である。

【図6】信号マーク率-平均値検出特性の一例を示した図である。

【図7】本発明による光送信機の第2の実施例を示した

回路ブロック図である。

【図8】図7のクランプ回路の一構成例を示した回路図である。

【図9】出力波形デューティ-マーク率モニタ特性の一例を示した図である。

【図10】信号マーク率-マーク率モニタ特性の一例を示した図である。

【図11】本発明による光送信機の第3の実施例を示した回路ブロック図である。

【図12】図11のピーク検出回路一構成例を示した回路図である。

【図13】図11のピーク検出回路の動作説明図である。

【図14】本発明による光送信機の第4の実施例を示した回路ブロック図である。

【図15】本発明による光送信機の第5の実施例を示した回路ブロック図である。

【図16】NRZ/RZ変換回路の入出力特性の一例を示した信号波形図である。

【図17】入力信号のマーク率-NRZ/RZ変換出力波形の平均出力特性を示した図である。

【図18】本発明による光送信機の第6の実施例を示した回路ブロック図である。

【図19】従来における光送信機の回路構成例を示した回路ブロック図である。

【図20】LDドライバ回路における差動入力段の基本的な回路構成の一例を示した回路ブロック図である。

【図21】温度補償回路を用いた場合のDATA及びREF信号の各信号レベル-温度特性の一例を示した図である。

【図22】IC内部の入力データDATA'及び基準電圧REF'の各信号レベル-温度特性の一例を示した図である。

【図23】内部基準電圧REF'が内部入力データレベルDATA'の中心に位置する場合(REF'=DATA')における出力波形デューティ比(100%)の例を示した図である。

【図24】内部基準電圧REF'が内部入力データレベルDATA'の中心からずれた場合(REF'≠DATA')における出力波形デューティ比劣化の一例を示した図である。

【符号の説明】

101...LDドライバ回路

102...レーザダイオード

103...フォトダイオード

105...フィードバック制御回路

106...比較器

107...フリップフロップ回路

108...平均値検出回路

109...リファレンス回路

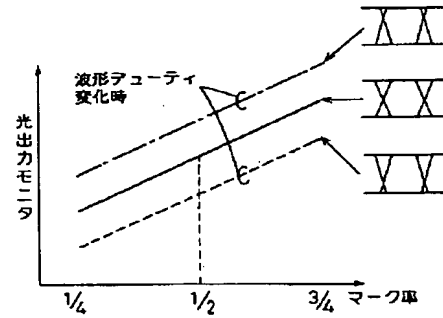
14

* 309…ピーク検出回路

* 409...NRZ/RZ变换回路

【圖5】

信号マーク率-光出力モニタ特性の一例



【圖 3】

図1の比較器の回路例

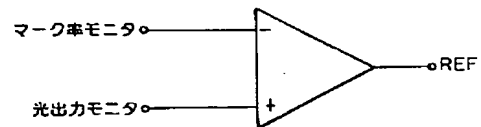
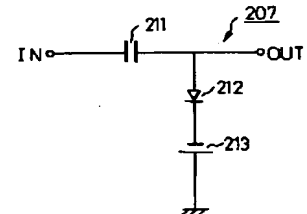
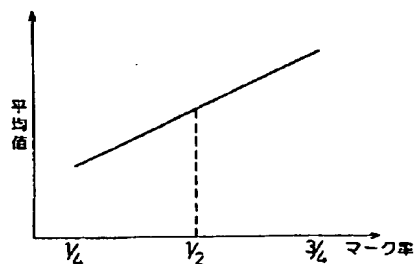


図7のクランプ回路の一回路構成例



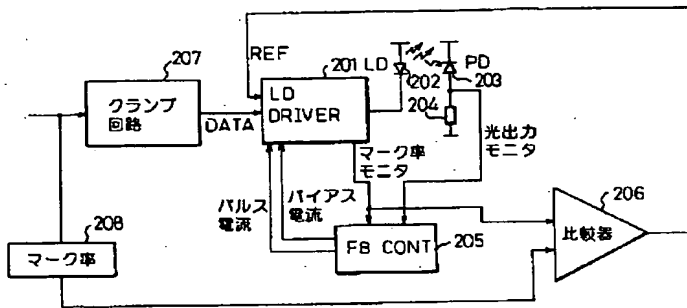
【図6】

信号マーク率-平均値検出特性の一例



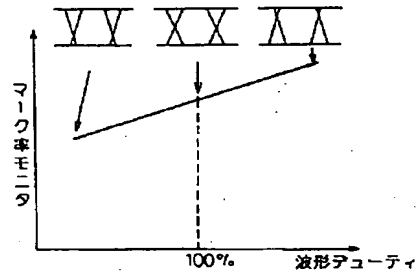
【図 7】

本発明による光送信機の第 2 の実施例



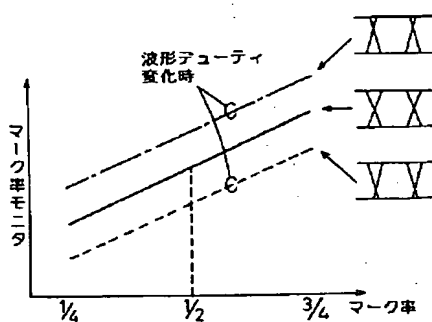
【図 9】

出力波形デューティマーク率モニタ特性の一例



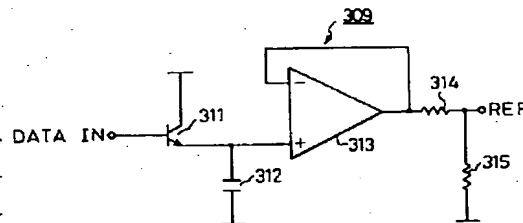
【図 10】

信号マーク率-マーク率モニタ特性の一例



【図 12】

図 11 のピーク検出回路の一回路構成例

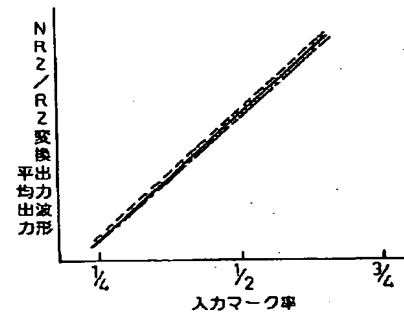
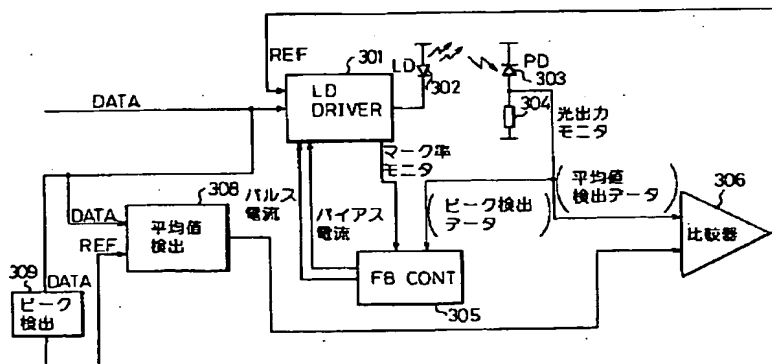


【図 17】

NRZ/RZ変換出力のマーク率依存性の一例

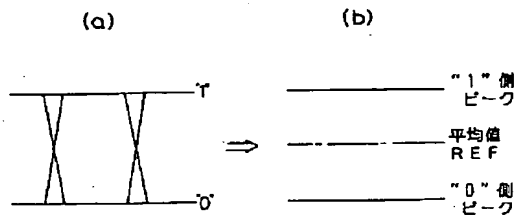
【図 11】

本発明による光送信機の第 3 の実施例



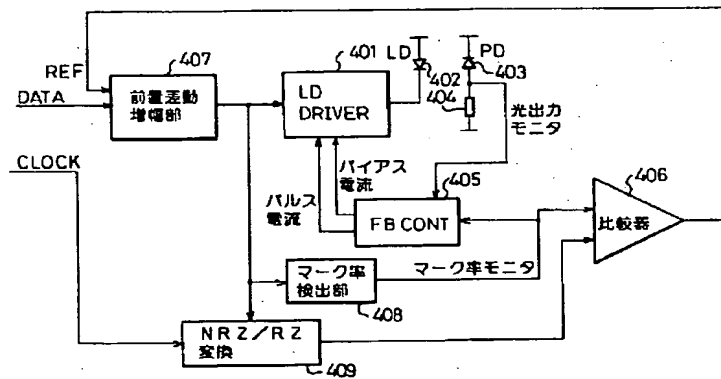
【図13】

図11のピーク検出回路の動作説明図



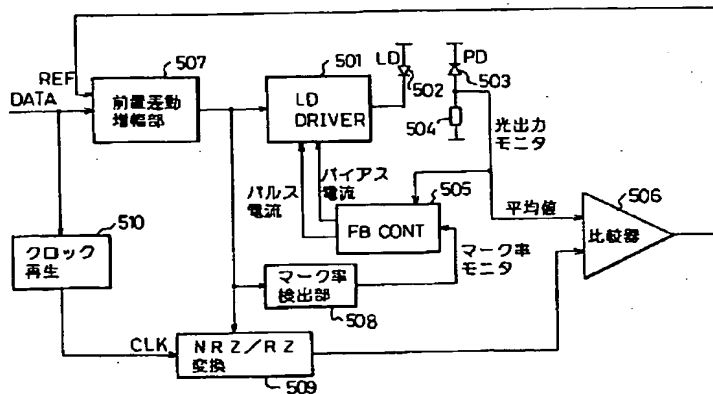
【図14】

本発明による光送信機の第4の実施例



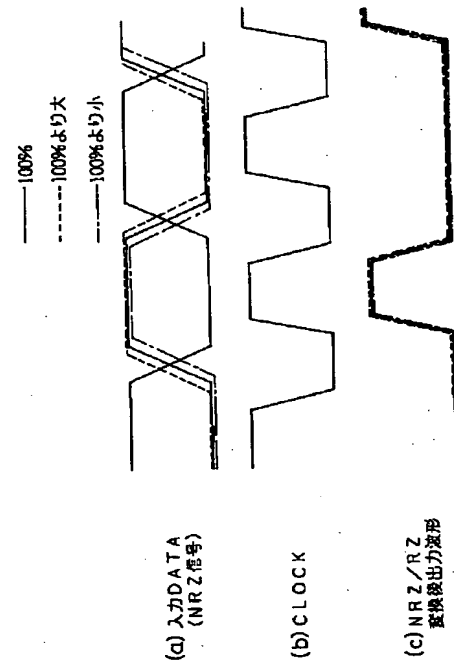
【図15】

本発明による光送信機の第5の実施例



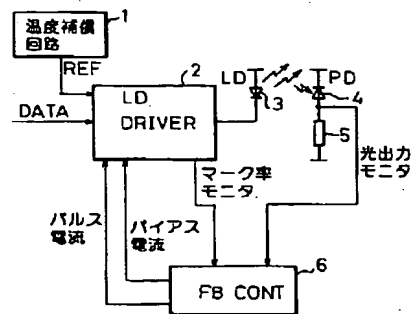
【図16】

NRZ/RZ変換回路の入出力信号波形の一例



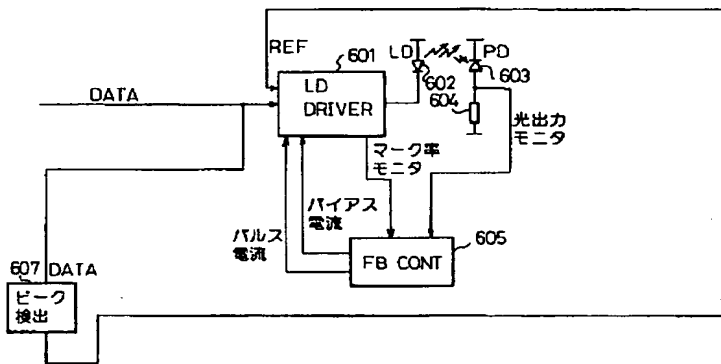
【図19】

従来の光送信機の回路ブロック構成例



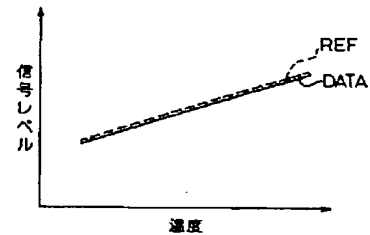
【図18】

本発明による光送信機の第6の実施例



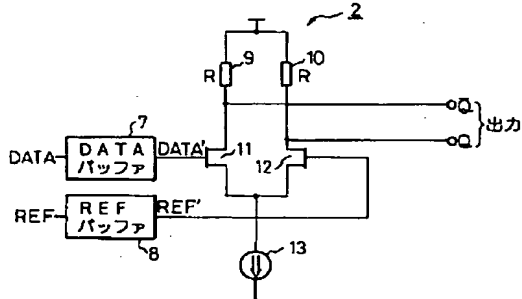
【図21】

温度補償回路を使ったREF, DATAの各信号レベル—温度特性の一例



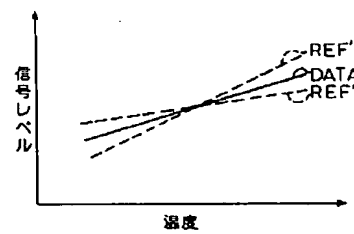
【図20】

LDドライバ回路の差動入力段の基本的な回路構成例



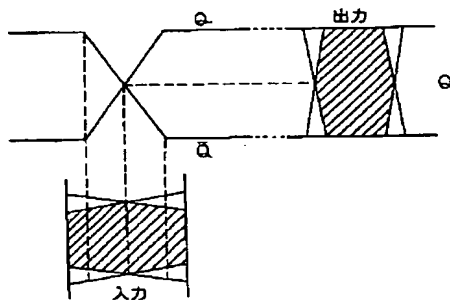
【図22】

IC内部のREF', DATA'の各信号レベル—温度特性の一例



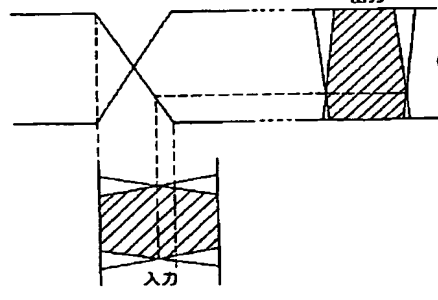
【図23】

REF' = DATA' の場合の出力波形アューティ比 (100%)の一例



【図24】

REF' ≠ DATA' の場合の出力波形アューティ比劣化の一例



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

H 0 3 K 5/04

H 0 4 B 10/28

10/26

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所